

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2010

Tomáš Špůrek

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Metodiky měření a vyhodnocování automobilových světlidel
Methods and measurement of the car lighting

2010

Tomáš Špůrek

Zadání bakalářské práce

Student:

Tomáš Špůrek

Studijní program:

B2645 Elektrotechnika, sdělovací a výpočetní technika

Studijní obor:

3907R001 Elektroenergetika

Téma:

Metodiky měření a vyhodnocování automobilových světlidel
Methods and measurement of the car lighting

Zásady pro vypracování:

1. Teorie světlometů.
2. Požadavky na automobilové světlomety.
3. Měření vybraných parametrů světlometů.
4. Měření a výpočty jasových poměrů na komunikacích.
5. Možnosti předávání informací modulováním světelného toku světlometů.

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů vedoucího diplomové práce.

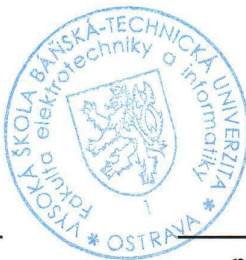
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.**

Datum zadání: 20.11.2009

Datum odevzdání: 07.05.2010

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Vondrák, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal

V Ostravě dne 7. května 2010
Podpis

Za odbornou pomoc, vynikající vedení při tvorbě této bakalářské práce děkuji
p. prof. Ing. K. Sokanskému.

Abstrakt

Úkolem této bakalářské práce se bylo zaměřit na problematiku automobilových světlometů. Má konkrétní práce je rozdělena na pět částí. V první části se zabývám teorií automobilových světlometů, kde jsou uvedeny různé definice, druhy osvětlovacích jednotek a světelné zdroje osazované do těchto jednotek. Ve druhé části jsem popsal všeobecné a jednotlivé požadavky na různé druhy světlometů. Třetí část se zabývá měřením fotometrických vlastností těchto svítilen a také měřením sklonu potkávacích světlometů při naložení automobilu. V praktické části jsou měřeny jasové poměry při součinnosti automobilových světlometů a veřejného osvětlení. Poslední část je zaměřena na možnosti předávání informací modulováním světelného toku světlometů. Tato problematika je teprve v počátku vývoje, proto jsem se zde zaměřil na možné světelné zdroje, které by v budoucnu mohly být schopny tyto informace předávat.

Klíčová slova: světlomety, měření, osvětlení, LED

Abstract

The task of this bachelor thesis was to focus on the issue of automobile headlights. My particular work is divided into five parts. The first part deals with the theory of automobile headlights, which are given different definitions, types of lighting units and lamps in the assembly of these units. The second section describes the general and particular requirements for different types of headlights. The third part deals with measuring the photometric properties of these headlights and measuring slope dipped in loading a car. The practical part are measured luminance ratios in cooperation automobile headlights and street lighting. The last part focuses on the possibility of transmitting information modulation of luminous flux headlights. This issue is still in early development, so I'm here focused on possible sources of light, which could in the future be able to transmit that information.

Keywords: headlights, measurement, lighting, LED

Seznam symbolů a zkratek

| | |
|-------------------|--|
| AFS | Advanced Front Lighting Systems (adaptabilní světlomety) |
| cd | kandela |
| DLS | distributive lighting systém (distributivní osvětlovací systém) |
| HID | high intensity discharge (výboj s vysokou intenzitou) |
| ECE(EHK) | Evropská hospodářská komise |
| LED | světlo emitující dioda |
| L _{min} | minimální jas měřené oblasti |
| L _{maxp} | maximální jas v podélném směru v měřené oblasti |
| L _{minp} | minimální jas v podélném směru v měřené oblasti |
| L _{av} | průměrný jas v měřené oblasti |
| lm | lumen |
| lx | lux |
| m | metr |
| mrad | miliradián |
| např. | například |
| tj. | to je |
| tzv. | tak zvaný |
| U ₁ | podélná rovnoměrnost |
| U ₀ | celková rovnoměrnost |
| VLC | Visible light communication (viditelné světlo komunikace) |
| α | alfa |
| β | beta |

| | |
|---|----|
| 1. ÚVOD | 1 |
| 2. TEORIE AUTOMOBILOVÝCH SVĚTLOMETŮ | 2 |
| 2.1. ZÁKLADNÍ POJMY, DEFINICE: | 2 |
| 2.2. DRUHY OSVĚTLOVACÍCH JEDNOTEK: | 5 |
| 2.2.1. <i>Parabolový reflektor s optikou na skle</i> | 5 |
| 2.2.2. <i>Fazetové a free-form systémy – reflektorová optika</i> | 5 |
| 2.2.3. <i>Projektorová optika</i> | 6 |
| 2.2.4. <i>Natáčecí a AFS systémy</i> | 7 |
| 2.2.5. <i>Přední mlhový světlomet</i> | 9 |
| 2.2.6. <i>Rohový světlomet</i> | 9 |
| 2.2.7. <i>Denní svítilny</i> | 10 |
| 2.3. SVĚTELNÉ ZDROJE | 10 |
| 2.3.1. <i>Halogenové žárovky</i> | 10 |
| 2.3.2. <i>Xenonové výbojky</i> | 11 |
| 2.3.3. <i>LED- světlo emitující dioda</i> | 11 |
| 3. POŽADAVKY NA AUTOMOBILOVÉ SVĚTLOMETY | 12 |
| 3.1. VŠEOBECNÉ SPECIFIKACE | 12 |
| 3.1.1. <i>Skupinové, sdružené nebo sloučené světlometry</i> | 13 |
| 3.1.2. <i>Viditelnost červené svítilny směrem vpřed a bílé svítilny směrem vzad</i> | 13 |
| 3.1.3. <i>Zakrývatelné světlometry</i> | 13 |
| 3.1.4. <i>Barvy světla vyzařovaného světlometry</i> | 13 |
| 3.1.5. <i>Počet svítilen světlometů</i> | 14 |
| 3.2. JEDNOTLIVÉ POŽADAVKY: | 15 |
| 3.2.1. <i>Potkávací světlomet</i> | 15 |
| 3.2.2. <i>Dálkový světlomet</i> | 15 |
| 3.2.3. <i>Přední mlhový světlomet</i> | 15 |
| 3.2.4. <i>Zpětný světlomet</i> | 15 |
| 4. MĚŘENÍ VYBRANÝCH PARAMETRŮ AUTOMOBILOVÝCH SVĚTLOMETŮ | 17 |
| 4.1. MĚŘENÍ OSVĚTLENÍ | 17 |
| 4.2. MĚŘENÍ ZMĚN SKLONU POTKÁVACÍHO SVĚTLA JAKO FUNKCE NALOŽENÍ | 19 |
| 5. MĚŘENÍ A VÝPOČTY JASOVÝCH POMĚRŮ NA KOMUNIKACÍCH | 21 |
| 5.1. MĚŘENÍ JASOVÝCH POMĚRŮ NA KOMUNIKACI PŘI SOUČINNOSTI AUTOMOBILOVÝCH SVÍTILEN A VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ | 21 |
| 5.1.1. <i>Měřicí zařízení</i> | 21 |
| 5.1.2. <i>Norma ČSN EN 13201</i> | 21 |
| 5.1.3. <i>Definice</i> | 22 |
| 5.1.4. <i>Umístění výpočtových bodů</i> | 23 |
| 5.1.5. <i>Měření komunikace</i> | 24 |
| 5.1.6. <i>Vyhodnocení</i> | 25 |
| 6. PŘEDÁVÁNÍ INFORMACÍ MODULOVÁNÍM SVĚTELNÉHO TOKU SVĚTLOMETŮ | 26 |
| 6.1. ÚVOD DO VIDITELNÉ SVĚTELNÉ KOMUNIKACE (VLC) | 26 |
| 6.2. ZDROJE | 26 |
| 6.3. ROSTOUCÍ PODÍL DAT | 26 |

| | |
|------------------------------------|----|
| 6.4. DOPRAVNÍ SIGNALIZACE..... | 27 |
| 7. ZÁVĚR | 28 |
| 8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 30 |

1.Úvod

Z historického hlediska sahá počátek automobilových světlometů do roku 1896, kdy byly vyrobeny první automobily vybavené acetylenovými nebo olejovými hlavními světlomety. První elektrický světlomet vyrobila firma Columbia Automobile Company v roce 1898, nicméně v té době byly považovány za lepší acetylenové lampy. Až v roce 1913 firma Bosch uvádí na trh úspěšný elektrický světlomet, kde osmiwattové dynamo nabíjí čtyřvoltový akumulátor, který sloužil k napájení předního reflektoru a zadní svítilny. V roce 1924 firma Osram zavádí výrobu dvouvláknové žárovky se stínítkem pro tlumené světlo. O 38 let později evropští výrobci světlometů představují halogenovou žárovku. Kolem roku 1991 automobilka BMW jako první zahajuje výrobu světlometu s xenonovou výbojkou, ale zatím se pouze jedná o jednoduchou výbojku. Bi-xenonový světlomet se poprvé objevuje až v roce 1999, v použití jako potkávací a dálková světla. Jelikož je známo, že LED diody mají spousty výhod, začaly výzkumy využití LED diod ve světlometech. První světlomet kompletně tvořený LED diodami byl představen v roce 2007. Tento vývoj pokračuje stále dál a také se začíná uvažovat o možnosti využití LED diod v oblasti komunikace mezi automobily. Konstrukce a funkčnost světlometů podléhá předpisům Evropské hospodářské komise ECE (EHK). V roce 1953 země ECE založili skupinu WP29, která se zabývá těmito předpisy. Dělí se na součásti aktivní, pasivní bezpečnosti a na součást pro ochranu životního prostředí. Většina předpisů týkajících se osvětlení automobilů se řadí mezi aktivní bezpečnost. Tyto předpisy jsou aktualizovány doplňky, opravami a revizemi.

2. Teorie automobilových světlometů

Světlomety slouží ke směrovému osvětlení vozovky, zejména jsou to dálková a potkávací světla. Skládá se ze světelného zdroje umístěného v reflektoru. Reflektor zajišťuje koncentraci světla v požadovaném směru. Jedná se o duté zrcadlo umístěné za světelným zdrojem a odráží paprsky šířící se jiným než požadovaným směrem. K dosažení rovnoběžných paprsků má reflektor (zrcadlo) tvar paraboly a zdroj světla je umístěn v jeho ohnisku. [1]

2.1. Základní pojmy, definice:

- **Homologace vozidla:** znamená homologaci typu vozidla z hlediska počtu a způsobu montáže zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci

Sestava homologační značky

Homologační značka se skládá z mezinárodního homologačního značení, které zahrnuje:

- kružnici, uzavírající v sobě písmeno "E", za nímž následuje rozlišovací číslo státu, který homologaci udělil.
- homologační číslo-Každému homologovanému typu se přidělí homologační číslo. Jeho první dvě číslice udávají sérii změn, včetně nejposlednější závažné technické úpravy Předpisu v době vydání homologace. Vzájemně přizpůsobený pár se považuje za jeden typ světlometu.

- **Příčná rovina:** znamená svislou rovinu kolmou k podélné střední rovině vozidla.
- **Nenaložené vozidlo:** znamená vozidlo bez řidiče, cestujících nebo nákladu, avšak s plnou zásobou paliva, náhradním kolem a s normální výbavou.
- **Svítilna:** je zařízení konstruované k vysílání světelného signálu ostatním uživatelům vozovky. Svítilny zadní registrační tabulky a odrazky rovněž patří mezi svítilny.
- **Zdroj světla:** znamená jeden nebo více prvků k viditelnému vyzařování.
- **Výměnný zdroj světla:** znamená zdroj světla, který je určen ke vkládání a vyjímání z držáku svého zařízení bez náradí.
- **Nevýměnný zdroj světla:** znamená zdroj světla, který může být vyměněn jedině výměnou zařízení, do kterého je tento zdroj světla namontován.
- **Modul zdroje světla:** znamená optickou část zařízení, která je pro toto zařízení specifická, která obsahuje jeden nebo více nevýměnných zdrojů světla a která je ze svého zařízení demontována pouze pomocí náradí. Modul světla je konstruován tak, aby ani při použití náradí nebyl mechanicky záměnný s jakýmkoliv homologovaným výměnným zdrojem světla.
- **Žárovkový zdroj světla:** znamená zdroj světla, kde elementem viditelného vyzařování je žhavicí vlákno, které vyzařuje teplo.
- **Výbojkový zdroj světla:** znamená zdroj světla, kde elementem viditelného vyzařování je oblouk výboje, který vytváří fluorescenci.
- **Světelná dioda:** znamená zdroj světla, kde elementem viditelného vyzařování je jedno nebo více spojení pevné fáze, které vytváří injektorovou luminiscenci.

- **LED modul:** znamená modul zdroje světla, který obsahuje jako zdroje světla pouze LED diody.
- **Ovládač proměnlivé svítivosti:** znamená zařízení, které automaticky ovládá zadní signalizační světelná zařízení vytvářející světlo proměnlivé svítivosti k zajištění neměnného se vnímání jejich signálu.
- **Samostatné světlomety:** světlomety, které mají samostatné svítící plochy, samostatné zdroje světla a samostatné pouzdra.
- **Skupinové světlomety:** znamená zařízení, které mají samostatné svítící plochy, samostatné zdroje světla a společné pouzdro.
- **Sdružené světlomety:** znamená zařízení, které mají samostatné svítící plochy, společný zdroj světla a společné pouzdro.
- **Sloučené světlomety:** znamená zařízení, které mají samostatné zdroje světla nebo jediný zdroj světla, zcela nebo částečně společné svítící plochy a společné pouzdro.
- **Zakrývatelný světlomet:** znamená světlomet, který je částečně nebo zcela zakryt není-li používán.
- **Dálkový světlomet:** znamená světlomet, který je užit k osvětlení na velké vzdálenosti před vozidlem.
- **Potkávací světlomet:** znamená světlomet, který je určen k osvětlení vozovky před vozidlem, aniž by oslňoval ostatní uživatele vozovky.
- **Směrová svítilna:** znamená svítilnu, která slouží k informaci pro ostatní řidiče, že řidič chce změnit směr vpravo nebo vlevo.
- **Brzdová svítilna:** znamená svítilnu, upozorňující ostatní uživatele za vozidlem, že se pohyb vozidla záměrně zpomaluje.
- **Přední obrysová svítilna:** znamená svítilnu, která je užívána k označení přítomnosti a šířky vozidla zepředu.
- **Zadní obrysová svítilna:** znamená svítilnu, která je užívána k označení přítomnosti a šířky vozidla zezadu.
- **Odrážka:** znamená zařízení užívané k označení vozidla odrazem světla, vyzařovaného zdrojem světla nespojeným s tímto vozidlem, přičemž pozorovatel je v blízkosti světelného zdroje.
- **Přední mlhový světlomet:** znamená světlomet zlepšující osvětlení vozovky za mlhy nebo jakýkoliv podmínek snižujících viditelnost.
- **Zadní mlhový světlomet:** znamená svítilnu, činící vozidlo snadněji viditelné zezadu za mlhy.
- **Zpětný světlomet:** znamená světlomet, osvětlující vozovku za vozidlem a upozorňující ostatní uživatele, že vozidlo bude couvat.
- **Parkovací svítilna:** znamená svítilnu, která upozorňuje na přítomnost stojícího vozidla v zastavěné oblasti.

- **Doplňková obrysová svítilna:** znamená svítilnu montovanou co nejbližší k nejvzdálenějším vnějším šířkovým obrysům a co možno nejbližší k největší výšce vozidla a určenou ke zřetelnému označení jeho celkového rozměru.
- **Boční obrysová svítilna:** znamená svítilnu, užívanou k označení přítomnosti vozidla při pohledu z boku.
- **Denní svítilna:** znamená svítilnu, která směřuje dopředu a slouží k osvětlení ve dne.
- **Rohový světlomet:** znamená světlomet, který se užívá pro zajištění doplňujícího osvětlení té části silnice, která je v blízkosti předního okraje vozidla na té straně vozidla, na kterou se bude stáčet.
- **Plocha výstupu světla:** u zařízení pro osvětlení, znamená celý vnější povrch nebo část povrchu průsvitného materiálu podle vyjádření výrobce zařízení na výkrese v žádosti o homologaci.
- **Svíticí plocha:**
- **Svíticí plocha zařízení pro osvětlení:** znamená kolmý průmět celého otvoru odrážече na příčnou rovinu.
- **Svíticí plocha zařízení pro světelnou signalizaci kromě odrazky:** znamená kolmý průmět svítilny do roviny kolmé na její vztažnou osu dotýkající se vnějšího povrchu plochy výstupu světla svítilny, přičemž tento průmět je ohraničen okraji stínítek, umístěných v této rovině.
- **Přivrácená plocha:** znamená kolmý průmět okraje svíticí plochy, promítnutého na vnější povrch rozptylového skla nebo plochy výstupu světla do roviny kolmé ke směru pozorování a tečně k nejpřednějšímu bodu rozptylového skla.
- **Vztažná osa:** charakteristická osa světlometu/svítilny určená výrobcem jako vztažný směr ($H = 0^\circ$, $V = 0^\circ$) pro úhly pole při fotometrických měřeních a pro montáž světlometu/svítilny na vozidlo.
- **Vztažný střed:** průsečík vztažné osy s vnějším povrchem vyzařujícím světlo.
- **Úhly geometrické viditelnosti:** znamená úhly, které ohraničují pole minimálního prostorového úhlu, ve kterém musí být viditelná přivrácená plocha světlometu/svítilny.
- **Jednotlivá svítilna:** zařízení, které má jednu funkci osvětlení, jeden nebo více světelných zdrojů a které má ve směru vztažné osy jednu přivrácenou plochu, která může být spojitá nebo složená ze dvou nebo více odlišných částí.
- **Dvě svítilny nebo sudý počet svítilen:** znamená jedinou zdánlivou plochu mající tvar pásu nebo pruhu, jestliže tento pás nebo pruh je umístěn symetricky k podélné střední ose vozidla a sahá na obou stranách vozidla do vzdálenosti nejméně 0,4 m od vnějšího obrysu vozidla a jeho délka je nejméně 0,8 m. Osvětlení této plochy musí být zajištěno nejméně dvěma zdroji světla
- **Osvětlení zatačky:** znamená světelnou funkci, která zlepšuje viditelnost v zatačkách.
- **Úplný světlomet:** vlastní úplný světlomet včetně napáječe a okolních částí karosérie a svítilen, které by mohly mít vliv na jeho tepelný rozptyl. [5]

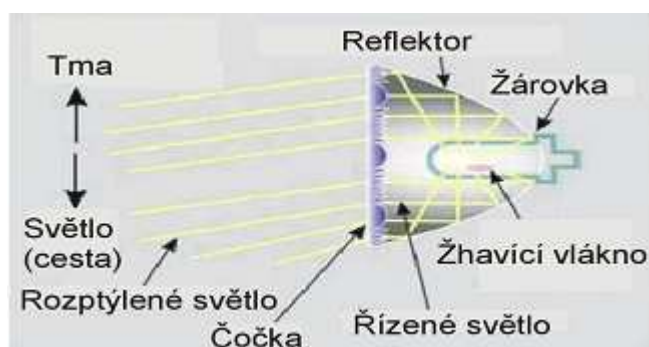
2.2. Druhy osvětlovacích jednotek:

Světlomety, přední osvětlení:

- 1- Parabolový reflektor s optikou na skle
- 2- Fazetové a free-form systémy – reflektorová optika
- 3- Projektorové systémy
- 4- Natáčecí a AFS systémy
- 5- Mlhové světlomety
- 6- Rohové světlomety
- 7- Denní svítidly

2.2.1. Parabolový reflektor s optikou na skle

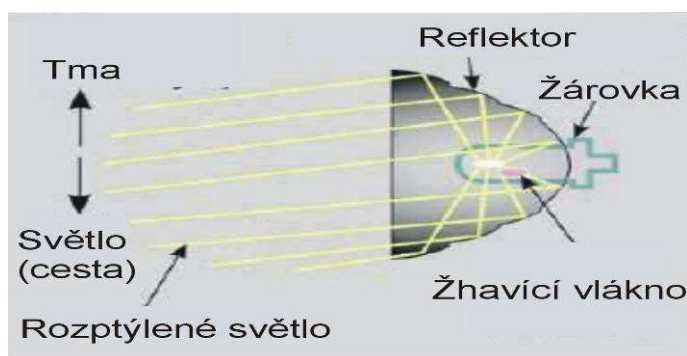
Světlo je založeno na principu paraboloidního zrcadla. Daný světelný zdroj je umístěn v okolí ohniska daného paraboloidu. Jako světelný zdroj je zde použito halogenových žárovek.



Obr. 1 Parabolový reflektor s optikou na skle

2.2.2. Fazetové a free-form systémy – reflektorová optika

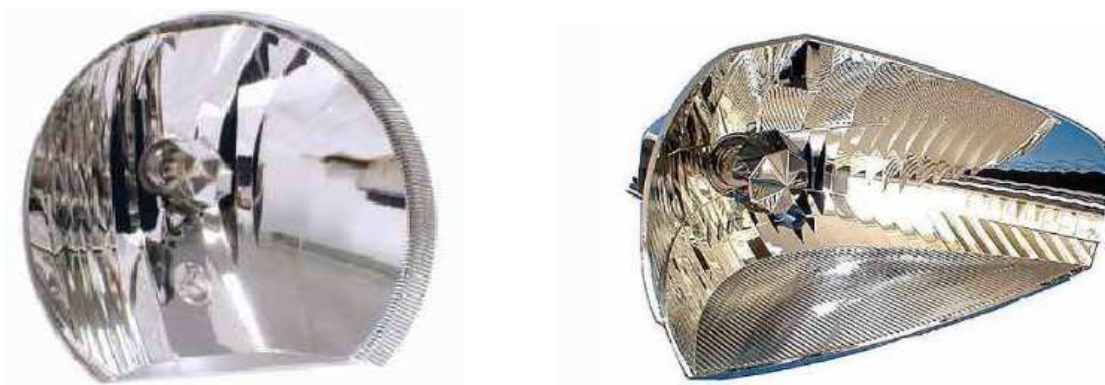
Světlo je založeno opět na principu paraboloidního zrcadla. Daný světelný zdroj je umístěn v okolí ohniska daného paraboloidu. Jako světelný zdroj je zde použito halogenových žárovek.



Obr. 2 Reflektorová optika

Celková odrazná plocha reflektoru je rozdělena na jednotlivé dílčí optické segmenty na tzv. fazety, které odrážejí obraz světelného zdroje požadovaným směrem (obr.3). U FF reflektorů je

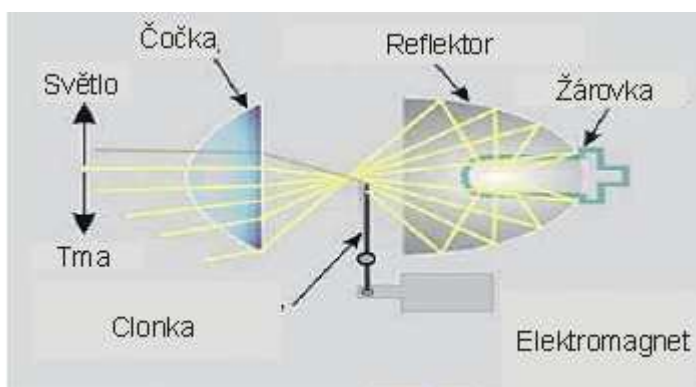
celková odrazná plocha složená z velkého množství dílčích optických segmentů. Požadované celkové rozložení světelného svazku je vytvářeno kombinací jednotlivých světelných paprsků odražených ze segmentů.



Obr. 3 Fazetový a FF reflektor

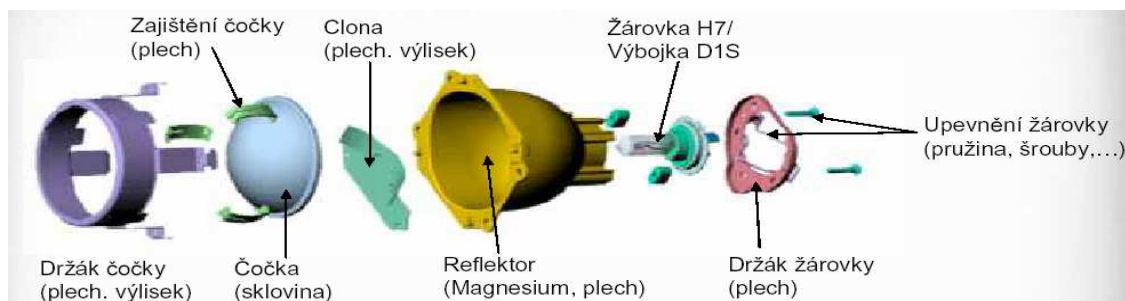
2.2.3. Projektorová optika

Světlo je emitováno světelným zdrojem a po odrazu od reflektoru prochází ohniskem čočky. V oblasti mezi reflektorem a čočkou se nachází clonka, jejíž obrys je čočkou projektován na silnici.



Obr. 4 Projektorový systém

a) modul tlumeného světla- Clonka tvořící obrys světla na vozovce je ve fixované poloze.

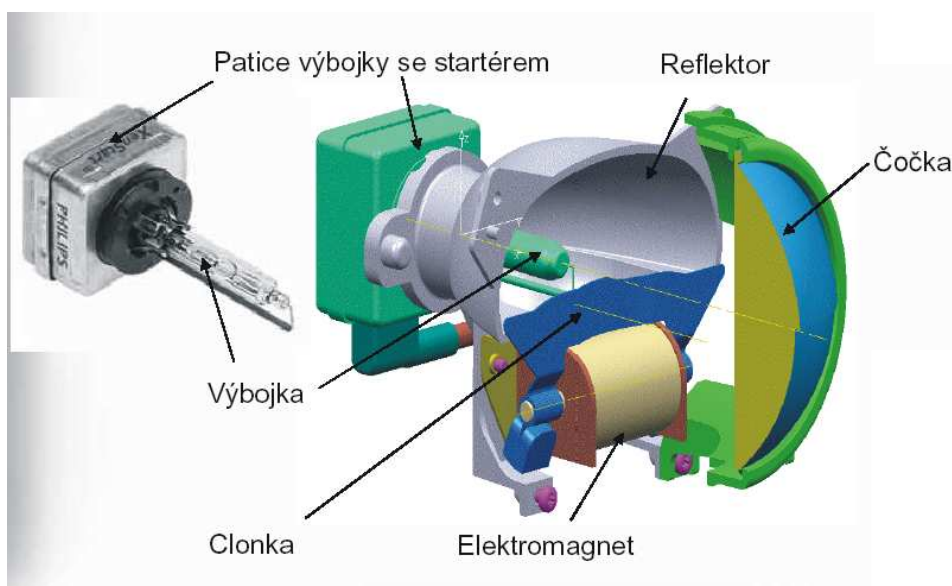


Obr. 5 Rozklad modulu



Obr. 6 Modul tlumeného světla

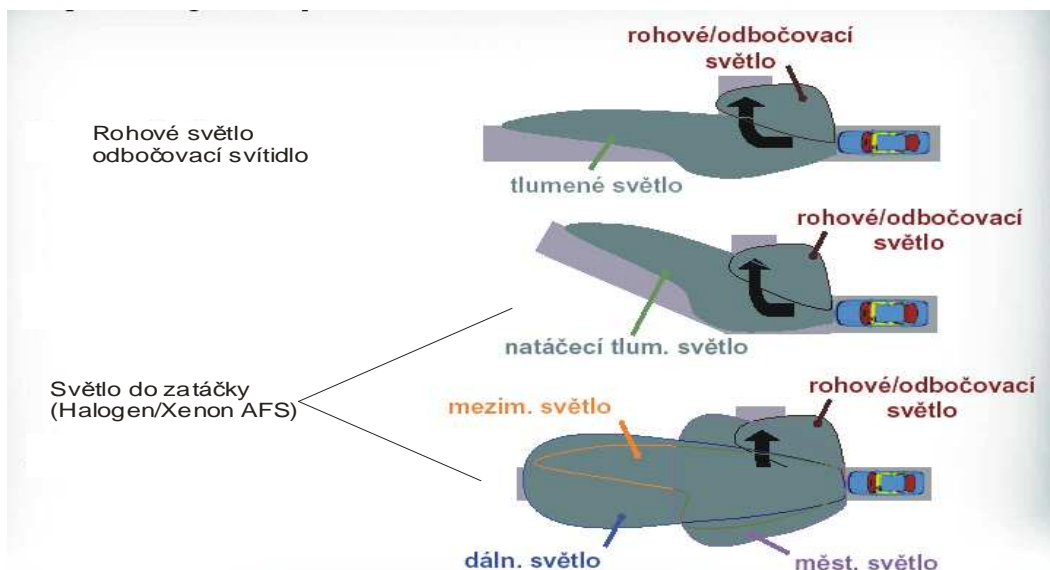
b) Bi-modul- Pomocí jedné čočky a jedné žárovky (výbojky) se vytváří světelný svazek jak pro dálkové světlo, tak pro tlumené světlo. Přepínání mezi světelnými svazky se realizuje pomocí elektromagnetu, který ovládá clonku. Pokud je clonka nahoře, jedná se o tlumené světlo, jestliže se clonka odklopí, zapne se dálkový světelný svazek.



Obr. 7 Rozklad Bi-modulu

2.2.4. Natáčecí a AFS systémy

Systém předního osvětlení (Advanced Front Lighting Systems – AFS) přizpůsobuje světelný výkon a tvar světelných kuželů předních světlometů různým jízdním podmínkám (směr a rychlost vozidla). Řidič má vždy automaticky k dispozici optimální rozložení svítivosti podle konkrétní situace, což zajišťuje lepší viditelnost a větší bezpečnost při jízdě v noci.



Obr. 8 Osvětlení AFS systémem

Světlo do zatáček: Rozsah: -15° až $+45^\circ$

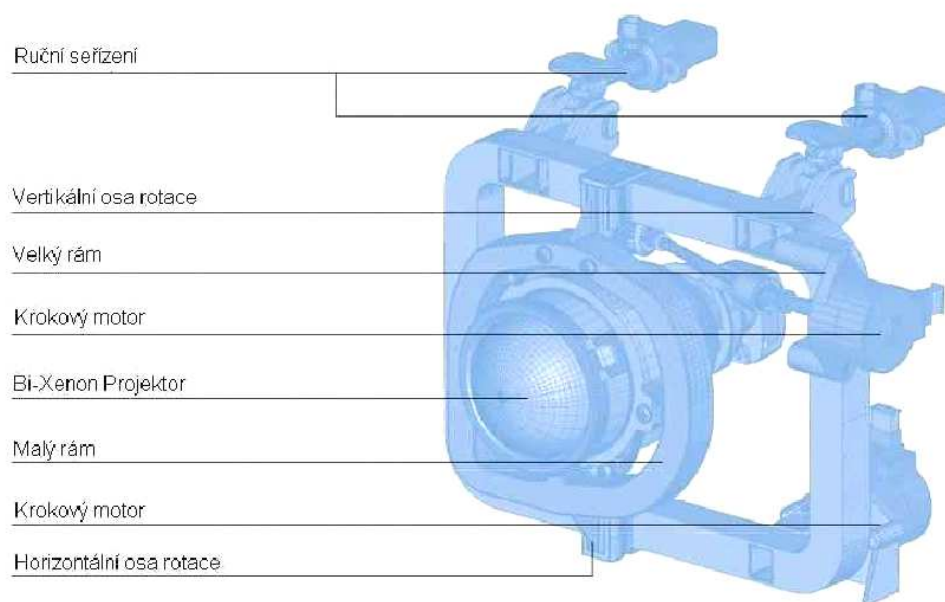
Světlo do zatáček rozlišujeme na statické, dynamické a kombinované.

Statické světlo do zatáček má přídavný světelný zdroj ve světlometu. Spíná podle natočení volantu. Řídící jednotka přijímá signál z elektronického tachometru nebo z řídicí jednotky ABS. Díky tomuto signálu systém určí, zda vozidlo stojí nebo je v pohybu. Statický systém reaguje pouze na dlouhé změny sklonu karosérie. Po každém rozjezdu vozidla systém vyreguluje nastavení světlometů dle naložení vozidla. Po dosažení konstantní rychlosti systém opět zkontroluje nastavení světlometů, případně dojde k úplnému dorovnání.

Dynamické světlo do zatáčky je horizontálně natáčecí světelná jednotka. Natáčení se řídí dle natočení volantu. Tento systém zabezpečuje optimální polohu světlometů v každé jízdní poloze, protože funguje ve dvou provozních režimech. Přídavným rozlišením rychlostního signálu se na rozdíl od statické regulace sklonu světlometů rozpozná i akcelerace a brzdění. Při jízdě stálou rychlostí zůstává jak dynamický systém, tak statický systém v režimu s velkým tlumením. Když se rozpozná akcelerace nebo brzdění, přepne se systém okamžitě do dynamického režimu. Zkrácené vyhodnocení signálů a zvýšené stavěcí rychlosti servomotorů umožňují přizpůsobení sklonu světlometů za zlomky sekundy. Tak má řidič vždy správný dohled, aby mohl přehledně řešit příslušnou dopravní situaci. Po ukončení akcelerace nebo brzdění se systém automaticky přepne opět do pomalého režimu.

Mechanická konstrukce světlometu s projektorem AFS:

Hlavní části tohoto systému je reflektor, který může být (halogenový, xenonový, bi-xenonový). Každý světlomet obsahuje dva krokové elektromotory, které umožňují vertikální pohyb o 6° a horizontální pohyb o 17° .



Obr. 9 Mechanická konstrukce

Výhody: Nabízejí možnosti zlepšení viditelnosti cesty vpřed, okolí vozovky a chodců. Vozidlo má schopnost odpovédět na změny rychlosti, směru nebo jiných situací skrz elektronické flexibilní ovládání. Umožňují modularitu a opětovné použití součástí, protože jsou běžně realizovány skrz vozidlo.

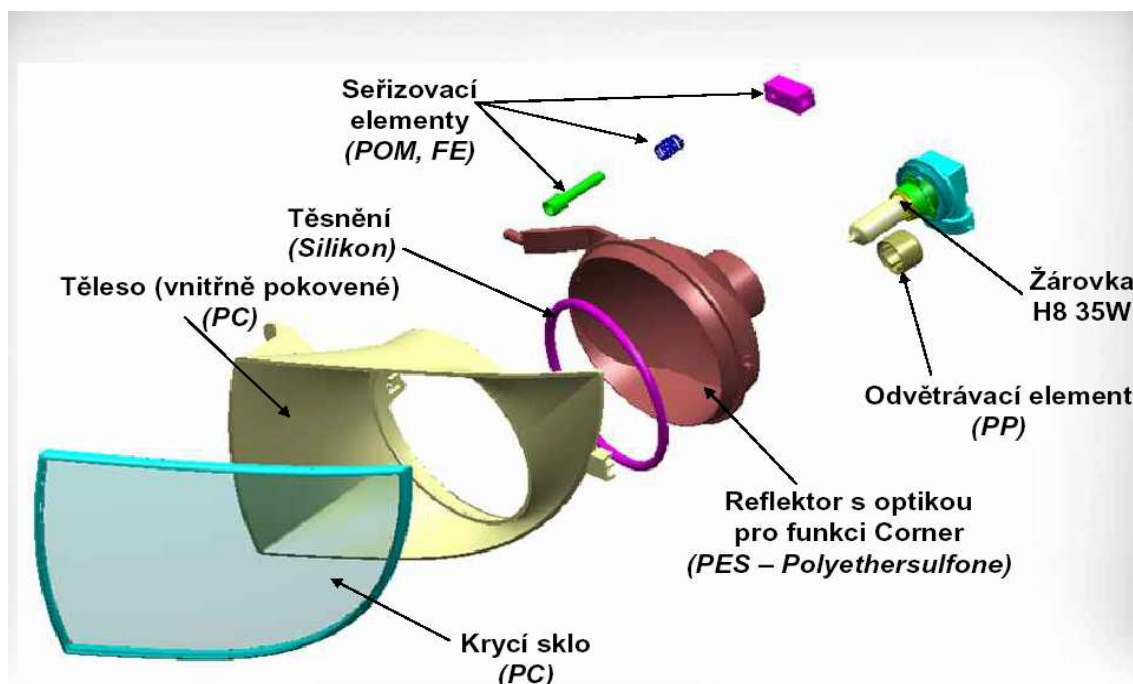
2.2.5. Přední mlhový světlomet

Světlomet zlepšující osvětlení vozovky za mlhy, bouřky a sněžení. Lze ho rozsvěcovat nezávisle na dálkových a potkávacích světlech.

2.2.6. Rohový světlomet

Světlomet, který se užívá pro zajištění doplňujícího osvětlení té části silnice, která je v blízkosti předního okraje vozidla na té jeho straně, na kterou se vozidlo bude stáčet. Je aktivován, jsou-li rozsvíceny potkávací nebo dálkové, směrové svítilny nebo pokud se úhel řízení změní na tutéž stranu vozidla.

Mlhový světlomet s funkcí CORNER: Světlomet, který je kombinací rohového a mlhového světlometu s reflektorem pro obě funkce.



Obr. 10 Sestava světlometu s funkcí Corne

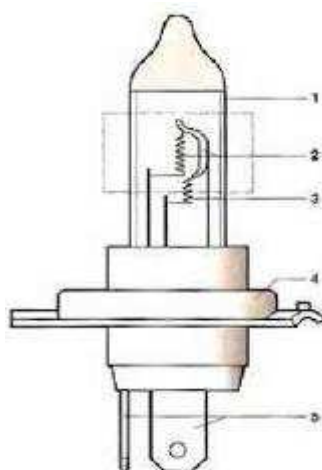
2.2.7. Denní svítilny

Zlepšují viditelnost vozu během dne. Automaticky se zapnou při nastartování vozidla a při spuštění jiné světelné funkce dojde k okamžitému vypnutí. Neovlivňují životnost dalších světelných funkcí. Provedení jako samostatná světelná jednotka nebo integrovaná ve světlometu. [2]

2.3. Světelné zdroje

2.3.1. Halogenové žárovky

Využívají efekt rozzhaveného vlákna. Žárovky jsou plněny halogenovým plynem, nejčastěji bromem nebo metyl bromidem. Proces, který probíhá uvnitř baňky, se nazývá halogenový cyklus. Mají větší svítivost a životnost než konvenční žárovky. Je třeba dodržovat napájecí napětí a zajistit jeho minimální kolísání.



- 1 – baňka žárovky
- 2 – vlákno žárovky tlumeného světla s krytkou
- 3 – vlákno žárovky dálkového světla
- 4 – držák žárovky
- 5 – elektrické připojení (konektor)

Obr. 11 Halogenová žárovka

2.3.2. Xenonové výbojky

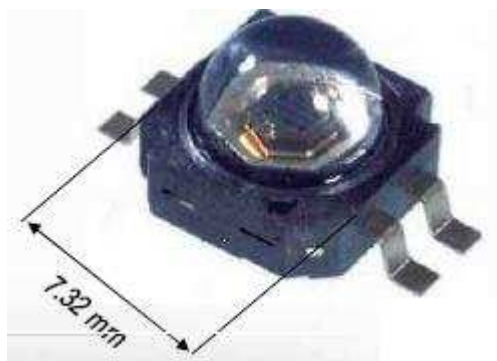
Jedná se o tzv. HID, neboli high intensity discharge (výboj s vysokou intenzitou). Výbojky nemají žhavicí vlákno, ale svítí díky elektrickému oblouku mezi dvěma elektrodami. Světlo vzniká při řízeném výboji v plynné fázi. Výbojka obsahuje malý křemíkový hořák s obsahem xenonu s příměsí kovů a další přísady. Xenon pomáhá v první fázi po zapálení tomu, aby náběh výbojky do plného výkonu byl dostatečně rychlý. Barevná teplota světla dosahuje výbojek 4100K, zatímco u halogenových žárovek dosahuje barevná teplota světla 3200K. Světlo se díky tomu více přibližuje dennímu světlu. Životnost je až 6- krát delší než u halogenových žárovek. HID potřebují pro svou funkci podpůrné systémy: elektronickou řídící jednotku a startér. Elektronická řídící jednotka zapaluje výbojku vysokonapětovým impulsem 24 kV. Řídící jednotka dále reguluje příkon výbojky



Obr. 12 Světelný oblouk výbojky

2.3.3. LED- světlo emitující dioda

Vysoce efektivní výbojový zdroj světla. Fungují na principu polovodičových destiček, které přetvářejí elektrický proud přímo na světlo. Vydělají světlo 50 až 100 tisíc hodin. Dokážou pokrýt celé barevné spektrum. Jsou také mnohonásobně úspornější než obyčejné konvenční světelné zdroje. Jejich malé rozměry umožňují variabilní design osvětlení. Světelný výkon bílých LED diod se v posledních letech zvýšil natolik, že je možné je realizovat pro konstrukci dálkových a tlumených světlometů. [2]



Obr. 13 LED zdroj pro přední světlomet

3. Požadavky na automobilové světlomety

3.1. Všeobecné specifikace

Světlomety musí být konstruovány tak, aby při užití a navzdory vibracím, kterým mohou být vystaveny, byla zajištěna jejich uspokojivá činnost a jejich fotometrické vlastnosti. Světlomety potkávací, dálkové a přední mlhové musí být namontovány tak, aby bylo možné seřadit jejich orientaci. Musí být namontovány pomocí zařízení, které jim umožňuje být na vozidle nastaveny tak, aby splnily pro ně platná ustanovení. Takové zařízení nemusí být montováno na částech, ze kterých nelze odstranit odražeč a rozptylové sklo za podmínky, že užití takových částí je omezeno na vozidla, u nichž může být seřízení světlometu zajištěno jinými prostředky. Tam, kde světlomet potkávacího světla a světlomet dálkového světla, každý vybavený svým vlastním zdrojem (-ji) světla, jsou smontovány do složené jednotky, musí zařízení pro seřizování umožnit správné seřízení každého z obou těchto optických systému. Stejně ustanovení se vztahuje na světlomety zajišťující přední mlhové světlo a dálkové světlo, na světlomety potkávacího světla a předního mlhového světla a na světlomety těchto tří světél. Tato ustanovení se nevztahují na světlomety, jejichž odražeče jsou nedělitelné.

Světlomety, které jsou konstruovány jak pro požadavek pravostranného tak i levostranného provozu mohou být pro daný druh provozu upraveny přímo při montáži na vozidlo nebo volitelným nastavením prováděným uživatelem. V obou případech mohou být pouze dvě přesně vymezené seřizovací polohy a to pro pravostranný nebo levostranný provoz. Konstrukce musí zajišťovat, aby nedošlo k samovolnému přesunutí světlometu z jedné polohy do druhé nebo do mezipolohy. U světlometů konstruovaných ke splnění požadavků provozu pouze na jedné straně vozovky, musí být světlomety opatřeny ochranou, která zabraňuje oslnění uživatelů v zemi, kde provoz je na opačné straně vozovky.

Může být provedeno:

- a) zaclonění vnější části rozptylového skla světlometu;
- b) skloněné nastavení světelného svazku. Nastavení musí být nejméně $0,5^\circ$ svisle směrem dolů. Vodorovné nastavení je dovoleno.
- c) jakékoliv jiné opatření k přesunutí asymetrické části světelného svazku.

Musí být provedeny doplňkové zkoušky, které zajistí, aby v průběhu užívání nedocházelo k nadměrné změně fotometrických vlastností.

U všech zařízení pro světelnou signalizaci včetně těch, která jsou umístěna na bočních stěnách, musí být vztahná osa svítily po její montáži na vozidlo rovnoběžná s rovinou, na které vozidlo stojí na vozovce. Tato osa musí být u bočních odrazek a bočních obrysových svítilen kolmá k podélné střední rovině vozidla a rovnoběžná s touto rovinou u ostatních světelných signalizací. V každém směru se připouští tolerance 3° .

Pokud nebyly vydány zvláštní pokyny, musí světlomety tvořící dvojici, být namontovány na vozidlo souměrně k podélné střední rovině. Musí být vzájemně souměrné k podélné střední rovině. Měly by splňovat tytéž kolorimetrické požadavky a mít téměř shodné fotometrické vlastnosti. U vozidel jejichž vnější tvar je nesouměrný, by měly být všechny požadavky splněny v maximální možné míře.

3.1.1. Skupinové, sdružené nebo sloučené světlomety.

Světlomety/svítilny mohou být společně ve skupině, sdružené nebo sloučené za předpokladu, že každý ze světlometů vyhovuje požadavkům, jež se na ně vztahují z hlediska barvy, umístění, směřování, geometrické viditelnosti, elektrického zapojení. Pokud jsou však skupinové svítilny brzdové nebo směrové, žádná horizontální nebo vertikální přímka procházející průmětem přivrácených ploch těchto funkcí na rovinu kolmou ke vztažné ose nesmí protínat více než dvě hraniční čáry, oddělující přilehlé plochy s různými barvami.

3.1.2. Viditelnost červené svítilny směrem vpřed a bílé svítilny směrem vzad

Žádné červené světlo, které by mohlo zavinit omyl, nesmí být vyzařováno vpřed a žádné bílé světlo, které by mohlo zavinit omyl, nesmí být vyzařováno vzad. Pro viditelnost červeného světla zepředu, a výjimkou nejzadnější boční obrysové svítilny, nesmí být plocha výstupu světla žádné červené svítilny přímo viditelná pro pozorovatele, který se pohybuje uvnitř pásma 1. Pásmo 1 ohraničené na výšku mezi dvěma vodorovnými rovinami ve výšce 1 m a 2,20 m nad zemí. Pro viditelnost bílého světla zezadu nesmí být plocha výstupu světla žádné bílé svítilny přímo viditelná pro pozorovatele, který se pohybuje uvnitř pásma 2 příčné roviny, ležící ve vzdálenosti 25 m za vozidlem. Pásmo 2 ohraničené na šířku dvěma svislými rovinami, svírajícími dopředu resp. dozadu úhel 15° směrem ven od podélné střední roviny vozidla a procházejícími bodem nebo body styku svislých rovin, rovnoběžných s podélnou střední rovinou vozidla a vymezujících celkovou šířku vozidla.

Elektrická zapojení musí zajistit, aby přední a zadní obrysové svítilny popř. doplňkové obrysové svítilny byly zapínány a vypínány současně. Tato podmínka neplatí, jsou-li jako parkovací svítilny použity přední a zadní obrysové svítilny i boční obrysové svítilny. Elektrické zapojení musí zajistit, aby dálkové, potkávací a přední mlhové světlomety nemohly být zapnuty, nejsou-li zapnuty svítilny obrysové. Splnění této podmínky se však nevyžaduje u dálkových světlometů nebo potkávacích světlometů, jejichž světelná výstraha spočívá v přerušovaném rozsvěcování potkávacích nebo dálkových světlometů v krátkých intervalech.

3.1.3. Zakrývatelné světlomety

Kromě dálkových, potkávacích a předních mlhových světlometů, které mohou být zakryty, když se nepoužívají, je zakrývání ostatních svítilen nepřípustné. V případě jakékoli poruchy zakrývacího zařízení musí světlomety zůstat v poloze užívání, pokud jsou již v provozu nebo musí být možno je do provozní polohy přesunout bez náradí. Světlomety se musejí dát uvést do polohy užívání a rozsvítit jediným ovládacím zařízením s tou výjimkou, že je možné je uvést do polohy užívání bez rozsvícení. Z místa řidiče nesmí být možno zastavit pohyb rozsvěcovaných světlometů, dříve než dosáhnou polohy užívání. Vzniká-li riziko oslnění za pohybů světlometů, smí se rozsvítit až po dosažení své konečné polohy. V rozmezí teplot od -30°C do 50°C musí být světlomet schopen dosáhnout plně otevřené polohy do tří sekund.

3.1.4. Barvy světla vyzařovaného světlomety

České a evropské normy udávají specifiky na barvu světla. Nejdůležitější udávám níže: - dálkový světlomet: bílá, - potkávací světlomet: bílá, - přední mlhový světlomet: bílá nebo

selektivně žlutá, - zpětný světlomet: bílá, - směrová svítidla: oranžová, - varovný signál: oranžová, - brzdová svítidla: červená, - signál nouzového brzdění: žlutá nebo červená, - svítidla pro osvětlení zadní registrační tabulky: bílá, - přední obrysová svítidla: bílá, - zadní obrysová svítidla: červená, - zadní mlhová svítidla: červená, - parkovací svítidla: bílá vpředu, červená vzadu; oranžová, je-li sloučena s bočními směrovými svítilnami nebo s bočními obrysovými svítilnami; - boční obrysová svítidla: oranžová; nejzadnější boční obrysová svítidla však může být červená, pokud je ve skupině, sdružená nebo sloučená se zadní obrysovou svítilnou, zadní doplňkovou obrysovou svítilnou, zadní mlhovou svítilnou, brzdovou svítilnou, nebo je ve skupině, či má část plochy výstupu světla společnou se zadní odrazkou, - doplňková obrysová svítidla: bílá vpředu, červená vzadu, - denní svítidla: bílá, - zadní odrazka, jiná než trojúhelníková: červená, - zadní odrazka trojúhelníková: červená, - rohový světlomet: bílá, rovněž známá jako bílá nebo bezbarvá odrazka, - značení se zpětným odrazem: bílá nebo žlutá do stran, červená nebo žlutá dozadu.

3.1.5.Počet svítlen světlometů:

Kterýkoliv světlomet/svítidla mohou být montovány na pohyblivých částech za předpokladu, že jsou splněny podmínky:

- Zadní obrysové svítilny, zadní směrové svítilny a zadní odrazky mohou být montovány na pohyblivých částech pokud:

- za všech fixovaných poloh pohyblivých částí plní svítidla veškeré požadavky na umístění, geometrickou viditelnost a fotometrické vlastnosti pro tyto světlometry.

Pokud jsou pohyblivé části v jiné poloze, než je obvyklá poloha pro užití, nesmí na nich instalované svítilny zavinovat nevhodné obtěžování ostatním uživatelům. Pokud je světlomet montován na pohyblivé části a pohyblivá část je v obvyklé poloze pro užití, musí se světlomet vrátit do polohy stanovené výrobcem dle předpisu. U potkávacího světlometu a předního mlhového světlometu se tyto požadavky považují za splněné, pokud se po desetinásobném pohybu pohyblivé části a jejím navrácení do výchozí polohy nezmění úhlové nastavení těchto světlometů vůči jejich nosné části o více než 0.15% od střední hodnoty všech deseti měření.

Přivrácená plocha ve směru vztažné osy přední a zadní obrysové svítilny, přední a zadní směrové svítilny a odrazek nesmí být v kterékoliv fixované poloze, jiné než je obvyklá poloha pro užití zakryta více než z 50% kteroukoliv pohyblivou částí. Pokud nelze tyto požadavky zajistit musí být rozsvíceny doplňující svítilny, plnící veškeré požadavky na umístění, geometrickou viditelnost a fotometrické vlastnosti výše uvedených svítlen. Svítilny musí být rozsvíceny, pokud je přivrácená plocha ve směru vztažné osy těchto svítlen zakryta pohyblivou částí z více jak 50%.

S výjimkou odrazek se světlomet/svítidla nepovažuje za namontovanou, pokud nemůže být uveden do užívání pouhou montáží světelného zdroje. Světlometry musí být na vozidle montovány tak, aby zdroj světla mohl být správně vyměněn podle návodu výrobce bez užití zvláštního nářadí, jiného než je nářadí, které výrobce dodává s vozidlem. Tento požadavek nelze využít u zařízení s homologovanými s nevýměnným zdrojem světla a u zařízení homologovaných dle předpisu č. 99 tj. světlometry s výbojkovými zdroji. Povolena je jakákoliv dočasná náhrada porouchané funkce světelné signalizace zadní obrysové svítilny za předpokladu, že náhrada je podobná v barvě, svítivosti a že zařízení zůstává funkční ve svém

původním určení. V případě náhrady musí být stav dočasné náhrady a potřeba opravy indikována na přístrojové desce.

3.2. Jednotlivé požadavky:

3.2.1. Potkávací světlomet:

Je povinný na automobilech, ale je zakázán na přípojných vozidlech. Požadavek umístění na šířku: okraj přivrácené plochy ve směru vztahné osy, který je nejvzdálenější od podélné střední roviny vozidla, nesmí být od vnějšího obrysu vozidla dále než 400 mm. Na výšku musí být umístěn nejméně 500 mm a nejvýše 1200 mm nad zemí. Pro požadavek umístění na délku se tato podmínka považuje za splněnou, jestliže vyzařované světlo neobtěžuje řidiče přes zpětná zrcátka nebo jiné plochy na vozidle. Geometrická viditelnost je určena úhly $\alpha = 15^\circ$ směrem nahoru, $\alpha = 10^\circ$ směrem dolů a $\beta = 45^\circ$ směrem ven, $\beta = 10^\circ$ směrem dovnitř.

3.2.2. Dálkový světlomet:

Povinná součást automobilů. Na automobilu mohou být dva nebo čtyři dálkové světlometry. Umístění na šířku a na výšku nemá žádný zvláštní požadavek. Pro požadavek umístění na délku se vztahuje stejná podmínka jako pro potkávací světlomet. Viditelnost svítící plochy, která se nejeví jako osvětlená ve směru uvažovaného pozorování, musí být zajištěna uvnitř rozsbíhajícího prostoru, ohraničeného přímkami, vycházejícími od obrysu svítící plochy a svírající se vztahnou osou světlometů úhel nejméně 5° . Nejvýše jeden světlomet na každém vozidle se může natáčet pro osvětlení zatáčky. Dálkové světlometry mohou být rozsvíceny současně nebo ve dvojicích. Potkávací světla mohou být rozsvícena současně s dálkovými světly. Maximální součtová svítivost dálkových světlometů nesmí být větší jak 225 000 cd. Pokud jsou zvláštně povoleny a pouze u vozidel kategorie N3 montovány dva další dálkové světlometry, nesmí být současně rozsvíceny více než dvě dvojice světlometů. Při přepínání ze světla potkávacího na světlo dálkové se musí rozsvítit nejméně jeden pár dálkových světlometů. Při přepínání ze světla dálkového na světlo potkávací se musí vypnout současně všechny dálkové světlometry. Potkávací světla mohou zůstat zapojena současně se světly dálkovými. Pokud jsou montovány čtyři zakrývatelné světlometry, musí být při jejich odkryté poloze zabráněno současné činnosti jakýchkoliv přidavných světlometů, jsou-li určeny pro světelné signály, tvořené přerušovaným rozsvícením za dne v krátkých intervalech.

3.2.3. Přední mlhový světlomet:

Je nepovinná součást automobilů. Počet těchto svítilen na vozidle je stanoven na dvě. Musí být umístěn nejméně 250 mm nad vozovkou. Geometrická viditelnost se uvažuje vertikálně $\pm 5^\circ$ a horizontálně 45° ven a 10° dovnitř.

3.2.4. Zpětný světlomet:

Na všech motorových vozidlech s délkou nepřesahující 6000 mm je jeden světlomet povinný a druhý nepovinný. U všech vozidel, kde délka přesahuje 6000 mm, jsou povinné dva zpětné světlometry a dva nepovinné. Světlomet musí být nejméně 250 mm a nejvýše 1200 mm nad

silnici. Geometrická viditelnost je dána vertikálně 15° nahoru a 5° dolů a horizontálně 45° směrem ven a 30° směrem dovnitř. [5]

4. Měření vybraných parametrů automobilových světlometů

4.1. Měření osvětlení

Osvětlení světlometem se ověřuje na svislé stěně ve vzdálenosti 25 m od světlometu a kolmé k jeho ose. Světlomet je osazen zkušební žárovkou na jmenovité napětí 12 V s hladkou a bezbarvou baňkou, která má při tomto napětí tyto vlastnosti:

| | Spotřeba (W) | Světelný tok (lumen) |
|---------------------------|----------------------------|----------------------|
| Vlákno potkávacího světla | $40 \pm 5 \%$ | $450 \pm 10 \%$ |
| Vlákno dálkového světla | $45 \pm 0 \%$ $- 10 \%$ | $700 \pm 10 \%$ |

Tab. 1 Údaje žárovky

Zkušební žárovka musí být dodávána s údajem o proudu při napájecím napětím, při kterém dává jmenovitý světelný tok. Příkon každého z vláken žárovky nesmí překročit jmenovitou hodnotu světelného toku o více jak 10%. Před zkouškou musí být žárovka rozsvícena po dobu jedné hodiny.

| Zkušební napětí | Jmenovitý příkon | | Světelný tok v lumenech | | | |
|-----------------|------------------|---------|---------------------------|------|-------------------------|----------------|
| | Vlákno | | Vlákno potkávacího světla | | Vlákno dálkového světla | |
| | potkávací | dálkové | min. | max. | min. | max. |
| 6,0 | | | | | | |
| 12,0 | 40 | 45 | 400 | 550 | 600 | Není stanoveno |
| 24,0 | 50 | 55 | | | | |

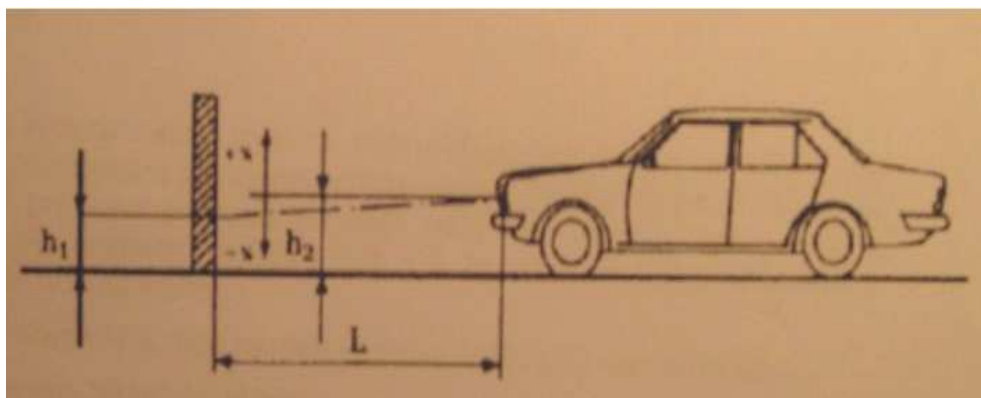
Tab.2 Tolerance hodnot žárovek

Potkávací světlo musí na měřicí stěně vytvářet dostatečně ostré „rozhraní“, které umožní uspokojivé seřízení. „Rozhraní“ je přímka na straně opačné směru provozu, pro který je světlomet určen; na druhé straně by mělo být rozhraní horizontální nebo by mělo jít pod úhlem 15 % nad horizontálu. Světlomet musí být nastaven tak, aby u světlometů určených pro pravostranný provoz bylo rozhraní vodorovné v levé polovině měřicí stěny a u světlometů určených pro levostranný provoz tomu bylo naopak. Vodorovná část rozhraní by měla být na měřicí stěně umístěna 25 cm pod horizontální osou. Měřicí stěna musí být dostatečně veliká, aby umožňovala dostatečné přezkoušení rozhraní nejméně 5° od přímky vv. Pokud je světlomet takto nastaven a je určen k vyzařování dálkového a potkávacího světla platí pro něj tyto hodnoty v jednotlivých bodech měřicí stěny:

4.2. Měření změn sklonu potkávacího světla jako funkce naložení

Sklon potkávacího světla může být definován jako úhel vyjádřený v miliradiánech, mezi směrem světla k charakteristickému bodu na horizontální části rozhraní v rozložení světla světlometu a horizontální rovinou, nebo tangentou tohoto úhlu, vyjádřenou v procentech tohoto sklonu, protože tyto úhly jsou malé (1 % je rovno 10 mrad). Je-li sklon dán procentem, může být vypočten vztahem:

$$\frac{(h_1 - h_2)}{L} \cdot 100$$



Obr. 15 změna sklonu

Podmínky měření:

Je-li užívána vizuální kontrola vyzařovacího diagramu potkávacího světla na měřicí stěně nebo fotometrická metoda, musí být měřeno v temné prostorné místnosti, aby bylo možné umístit stěnu a vozidlo od sebe nejméně 10 m. (vztažné středy světlometů)

Základna, na které se měří, musí být rovná, aby reprodukovatelnost měření sklonu potkávacího světlometu byla zaručena s přesností $\pm 0,5 \text{ mrad}$. V průběhu měření musí být teplota okolí mezi 10°C a 30°C. Měřit se musí na vozidle, které ujelo mezi 1000 km a 10 000 km. Pneumatiky musí být nahuštěny tlakem pro plné naložení dle specifikace výrobce. Vozidlo má být zcela naplněno palivem. To znamená, že nádrž má být doplněna nejméně na 90 % objemu. Vozidlo musí mít uvolněnou parkovací brzdu a převodovku mít v neutrálu. Je-li použita fotometrická metoda nebo vizuální metoda, měly by být pro usnadnění měření na vozidlo namontovány světlometry s dobře definovaným rozhraním potkávacího světla.

Postup měření:

Změny sklonu potkávacího světla nebo vozidla musí být měřeny samostatně pro každou stranu vozidla. Výsledky musí být jak pro levý, tak i pro pravý světlomet za všech podmínek naložení v určitých mezích (např. v rozdílu mezi základním sklonem a dolní a horní mezí, stanovenou pro homologaci). Pokud je namontován AFS systém musí se měřit s celkem AFS v jeho neutrálním stavu. Je-li vozidlo vybaveno manuálním korektorem sklonu světlometu, musí být tento korektor nastaven v polohách, určených výrobcem pro daná naložení.

Vozidlo se připraví a naloží se dle ustanovení: jedna osoba na sedadle řidiče, řidič a jeden cestující na předním sedadle, řidič jeden cestující na předním sedadle a všechna nejzadnější sedadla obsazena, všechna sedadla obsazena, všechna sedadla obsazena, plus rovnoměrně rozložený náklad v prostoru pro zavazadla, řidič, plus rovnoměrně rozložený náklad v prostoru pro zavazadla.

Před každým měřením se vozidlo rozkýve. Celkově se měří třikrát. Pokud se žádný ze třech měřených výsledků neliší od aritmetické střední hodnoty výsledků o více než 2 mrad, tvoří tato hodnota konečný výsledek. Pokud se některý výsledek liší, provede se dalších deset měření, jejichž trimetrická střední hodnota tvoří výsledek.

Zacházení s vozidlem při každém naložení:

Vozidla kategorie M1 s konvečním zavěšením:

Vozidlo stojící na měřicí ploše a v případě potřeby s koly na plovoucích podložkách se vozidlo rozkýve plynule nejméně pro tři úplné cykly, při každém cyklu je nejprve předek a pak zadek stlačen dolů. Před měřením musí být vozidlu dovoleno samovolné uklidnění. Místo užití plovoucích podložek může být dosaženo téhož účinku pohybem vozidla zpět a vpřed po nejméně jednu otáčku kola.

Vozidla kategorií M2, M3 a N s konvečním zavěšením:

Vozidlo stojící na měřicí ploše s koly na zemi se rozkýve krátkodobou změnou naložení. U vozidla na měřicí ploše s koly na zemi, se vybudí zavěšení náprav a všechny ostatní díly, které mohou ovlivnit sklon potkávacího světla. Budičem může být vibrující plošina.

Změna sklonu potkávacího světlometu musí jako funkce naložení ležet v tomto rozsahu:

0,2 % až 2,8 % pro montážní výšku světlometu $h < 0,8 \text{ m}$

0,2 % až 2,8 % pro montážní výšku světlometu $0,8 \text{ m} < h < 1 \text{ m}$

0,7 % až 3,3 % pro montážní výšku světlometu $1 \text{ m} < h < 1,2 \text{ m}$

1,2 % až 3,8 % pro montážní výšku světlometu $h > 1,2 \text{ m}$

M1- Vozidlo, které má maximálně 8 míst k sezení.

M2- Vozidlo, které má více jak 8 míst k sezení, ale jeho hmotnost nepřesahuje 5 t.

M3- Vozidlo, které má více jak 8 míst k sezení a jeho hmotnost přesahuje 5 t. [5]

5. Měření a výpočty jasových poměrů na komunikacích

5.1. Měření jasových poměrů na komunikaci při součinnosti automobilových svítilen a veřejného osvětlení

Minimální a maximální hodnoty jasů povrchu komunikace se zjišťují měřením jasů ve stejném poli kontrolních míst jako při měření osvětlenosti. Clona jasoměru se volí tak, aby měřená plocha byla co nejmenší a nezasahovala do sousedních měřených míst. Z výsledků takového podrobného měření se stanoví průměrný jas povrchu vozovky jako aritmetický průměr z hodnot jasů naměřených ve zmíněné síti kontrolních míst. Jas se měří vždy na suchém povrchu vozovky, na kterém jsou již ustáleny odrazné vlastnosti. To obvykle bývá až asi po roce běžného provozu.

Datum měření: 9. 4. 2009

Měřené místo: areál VŠB-TUO v Porubě (komunikace mezi budovami Cpit)

Podmínky měření: suchá vozovka, zataženo

5.1.1. Měřicí zařízení

K měření byla použita jednooká digitální zrcadlovka, která zaznamenává reálnou scénu v digitální podobě na paměťové médium pomocí CMOS snímače.

Výrobce: Canon

Model: EOS 350D

Objektiv: Sigma 18-50 F2.8 EX DC

5.1.2. Norma ČSN EN 13201

Pro osvětlování pozemních komunikací platí tato norma. Skládá se ze čtyř částí:

- část 1: Výběr tříd osvětlení
- část 2: Výkonnostní požadavky
- část 3: Výpočet výkonnostních požadavků
- část 4: Metody měření výkonnostních parametrů

Pro řidiče motorových vozidel pohybujících se na dopravních tazích platí třídy osvětlení ME, ale v některých zemích také platí v obytných zónách, se střední až vysokou rychlostí. Třídy ME jsou založeny na jasů povrchu pozemní komunikace. Třídy osvětlení v pořadí ME6, ME5, ..., ME1 představují řadu se stoupajícími nároky na úroveň osvětlení, představovanou např. osvětleností. Ostatní třídy jsou vytvořeny stejným způsobem a jejich jednotlivé stupně na sebe vzájemně navazují.

| Třída | Jas povrchu vozovky pro případ suchého povrchu | | | Omezující oslnění | Osvětlení okolí |
|-------|---|-----------------------------|-----------------------------|---|---|
| | \bar{L} v cd/m ² [nejmenší udržovaná hodnota] | U_0 [nejmenší hodnota] | U_l [nejmenší hodnota] | TI v % ^a [největší hodnota] | SR ^b [nejmenší hodnota] |
| ME1 | 2,0 | 0,4 | 0,7 | 10 | 0,5 |
| ME2 | 1,5 | 0,4 | 0,7 | 10 | 0,5 |
| ME3a | 1,0 | 0,4 | 0,7 | 15 | 0,5 |
| ME3b | 1,0 | 0,4 | 0,6 | 15 | 0,5 |
| ME3c | 1,0 | 0,4 | 0,5 | 15 | 0,5 |
| ME4a | 0,75 | 0,4 | 0,6 | 15 | 0,5 |
| ME4b | 0,75 | 0,4 | 0,5 | 15 | 0,5 |
| ME5 | 0,5 | 0,35 | 0,4 | 15 | 0,5 |
| ME6 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 15 | žádný požadavek |

^a Zvýšení prahového přírůstku o 5 procentních bodů lze připustit v případech, kde jsou použity světelné zdroje s nízkým jasem.

^b Toto kritérium lze uplatnit jedině tam, kde nejsou žádné dopravní oblasti přiléhající k vozovce s vlastními požadavky.

Tab. 4 třídy osvětlení ME

5.1.3. Definice

L_{av} - Průměrný jas povrchu pozemní komunikace (jízdniho pásu pozemní komunikace) v rozsahu jízdního pásu. (cd/m²). Vyjadřuje celkovou úroveň jasu, která působí na řidiče. Při nízké úrovni osvětlení, užívané při osvětlování pozemních komunikací, se výkonnost zvyšuje úměrně s růstem kontrastní citlivosti, zrakové ostrosti a omezení oslnění.

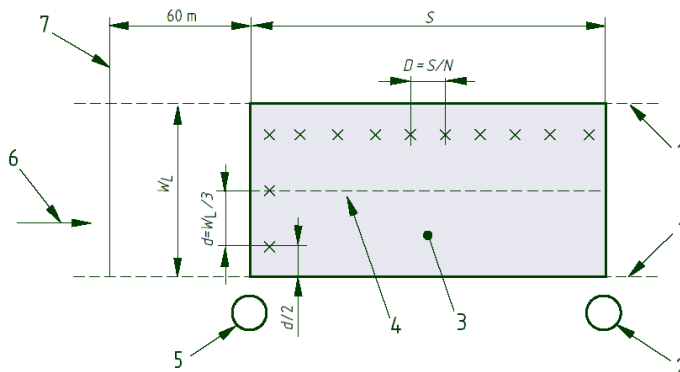
U_l - Podélná rovnoměrnost (jasu povrchu pozemní komunikace v jízdním pásu). Podélná rovnoměrnost se vypočte jako poměr nejnižší a nejvyšší hodnoty jasu v podélném směru podél osy každého jízdního pásu. Je měřítkem nápadnosti opakujícího se vzorce jasných a tmavých skvrn na pozemní komunikaci. Souvisí se zrakovými podmínkami na dlouhých nepřerušovaných úsecích komunikace.

U_0 - Celková rovnoměrnost (jasu povrchu pozemní komunikace). Poměr minimální k průměrné hodnotě. Je všeobecným měřítkem změny jasů a udává, jak dobře slouží povrch pozemní komunikace jako pozadí pro dopravní značení, předměty a pro ostatní uživatele komunikace.

Výpočtové pole:

V podélné rovině relevantní oblasti leží výpočtové pole mezi dvěma svítidly stejné řady. První svítidlo leží 60 m od pozorovatele. Oko pozorovatele je ve výšce 1,5 m nad povrchem vozovky.

- 1) okraj jízdního pruhu
- 2) poslední svítidlo ve výpočtovém poli
- 3) výpočtové pole
- 4) osa jízdního pruhu
- 5) první svítidlo ve výpočtovém poli
- 6) směr pozorování
- 7) poloha pozorovatele v podélném směru



Obr. 16 Výpočtové pole

5.1.4. Umístění výpočtových bodů:

Body ve výpočtovém poli musí být rozmístěny rovnoměrně. První a poslední příčné řady výpočtových bodů jsou umístěny v jedné polovině podélné rozteče mezi body ležícími na rozhraní výpočtového pole.

Určení vzdálenosti mezi body v podélném směru:

$$D = \frac{S}{N} = \frac{30}{10} = 3 \text{ m}$$

S – je rozteč mezi svítidly v podélném směru

N- počet výpočtových bodů v podélném směru, pro $S \leq 30 \text{ m}$ je $N = 10$

První a poslední řada bodů je umístěna D/2 od svítidla.

Určení vzdálenosti v příčném směru:

$$d = \frac{W_L}{3} = \frac{6,5}{3} = 2,18 \text{ m}$$

W_L - šířka pásu měřená v metrech

Nejodlehlejší body jsou vzdáleny od $d / 2$ od okrajů jízdního pruhu. [6]



Obr. 17 Výpočtové pole s výpočtovými body

5.1.5. Měření komunikace

Jas povrchu pozemní komunikace je výsledkem osvětlenosti povrchu pozemní komunikace, odrazných vlastností povrchu pozemní komunikace a geometrických podmínek pozorování.

| Chodci mezi veřejným osvětlením (uprostřed) | |
|---|-------------|
| Lmin | 0,85 |
| Lminp | 1,01 |
| Lmaxp | 1,31 |
| Lav | 1,07 |
| U _l | 0,77 |
| U ₀ | 0,80 |

| Uprostřed + potkávací světlomety ze 60 m | |
|--|-------------|
| Lmin | 0,82 |
| Lminp | 0,95 |
| Lmaxp | 1,29 |
| Lav | 1,06 |
| U _l | 0,73 |
| U ₀ | 0,78 |

| Uprostřed + dálkové světlomety ze 60 m | |
|--|-------------|
| Lmin | 0,91 |
| Lminp | 1,04 |
| Lmaxp | 1,38 |
| Lav | 1,16 |
| U _l | 0,75 |
| U ₀ | 0,79 |

| Uprostřed + potkávací světlomety z 30 m | |
|---|-------------|
| Lmin | 0,81 |
| Lminp | 0,93 |
| Lmaxp | 1,27 |
| Lav | 1,04 |
| U _l | 0,73 |
| U ₀ | 0,77 |

| Uprostřed + potkávací světlomety zezadu chodců | |
|--|-------------|
| Lmin | 0,84 |
| Lminp | 1,26 |
| Lmaxp | 6,45 |
| Lav | 5,35 |
| U _l | 0,19 |
| U ₀ | 0,16 |

| Uprostřed + dálkové světlomety zezadu chodců | |
|--|-------------|
| Lmin | 2,09 |
| Lminp | 10,04 |
| Lmaxp | 73,86 |
| Lav | 17,67 |
| U _l | 0,14 |
| U ₀ | 0,12 |

| Uprostřed + potkávací světlomety z 15 m | |
|---|-------------|
| Lmin | 0,57 |
| Lminp | 0,92 |
| Lmax | 1,40 |
| Lav | 1,04 |
| U _I | 0,65 |
| U ₀ | 0,54 |

| Uprostřed + potkávací světlomety 0 m | |
|--------------------------------------|-------------|
| Lmin | 0,15 |
| Lminp | 0,99 |
| Lmaxp | 2,97 |
| Lav | 1,49 |
| U _I | 0,33 |
| U ₀ | 0,10 |

| Chodci přímo pod veřejným osvětlením | |
|--------------------------------------|-------------|
| Lmin | 0,42 |
| Lminp | 0,95 |
| Lmaxp | 1,30 |
| Lav | 0,89 |
| U _I | 0,73 |
| U ₀ | 0,47 |

Tab. 5 Naměřené a vypočtené hodnoty jednotlivých jasů

5.1.6. Vyhodnocení

Z naměřených a vypočtených hodnot lze zjistit, že při součinnosti potkávacích světlometů automobilu a veřejného osvětlení nedochází ke změně jasových poměrů ve výpočtovém poli, pokud jsou potkávací světlomety vzdáleny 60 m od tohoto pole (dle normy ČSN EN 13201). Ve vzdálenosti 30 m ještě nedochází k výrazné změně jasových poměrů v měřené oblasti. Jakmile se světlomety přemístí na vzdálenost 15 m, tak již dojde k výrazné změně jasových poměrů v měřené oblasti. Z toho vyplývá, že světlomety začínají ovlivňovat měřenou oblast někde mezi třicátým a patnáctým metrem. Dálkové světlomety začínají samozřejmě ovlivňovat měřené jasové pole v mnohém větší vzdálenosti. Jakmile byl automobil přemístěn za výpočtové pole a potkávací světlomety byly rozsvíceny proti jasové kameře (tzn. proti očím protijedoucího řidiče), došlo k rapidní změně jasových poměrů v měřené oblasti, kdy celková a podélná rovnoměrnost klesla hluboko pod dovolenou hranici. Také lze z tabulek vyzorovat, že záleží na tom, kde se zrovna chodci pohybují. Nejprve jsme chodce umístili přímo pod veřejné osvětlení, pak mezi svítidla veřejného osvětlení. Naměřené hodnoty obou případů se dosti lišily, jak je vidět v tab. 5.

6. Předávání informací modulováním světelného toku světlometů

6.1. Úvod do viditelné světelné komunikace (VLC)

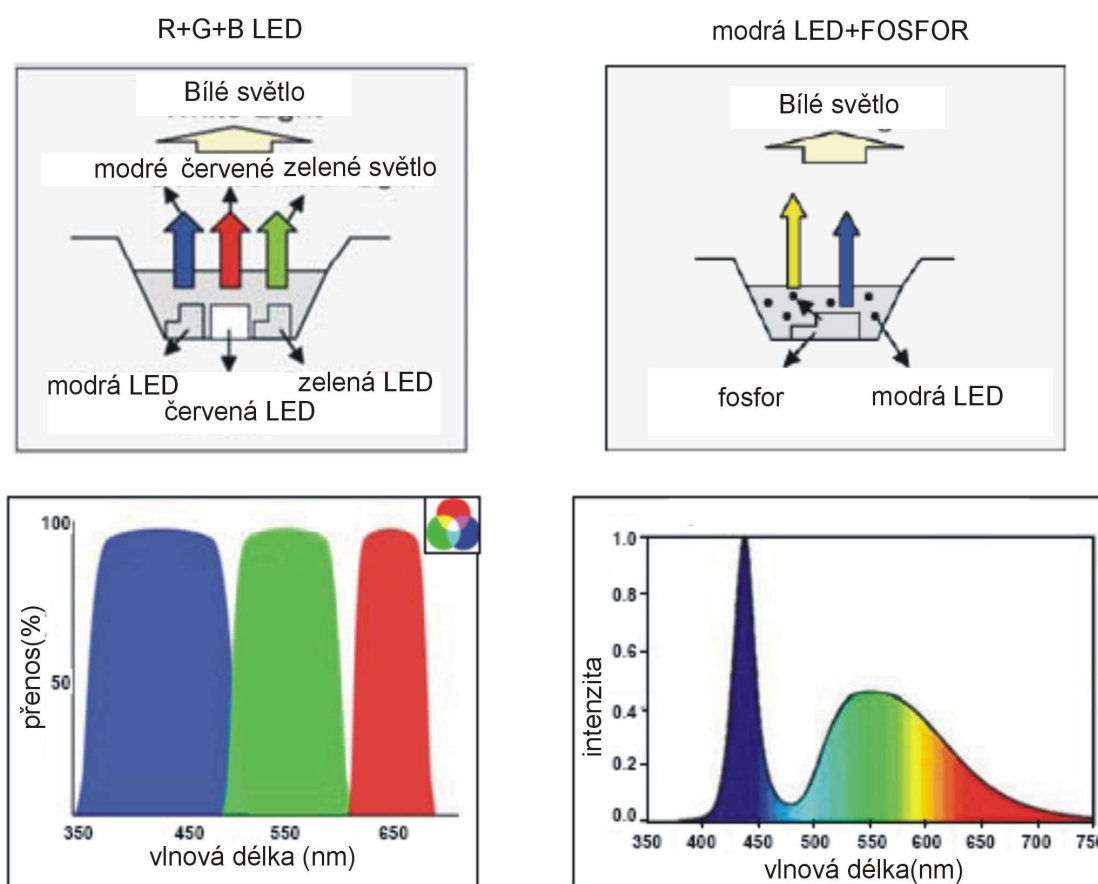
Viditelného světla Komunikace je nejvyspělejší komunikační technologie využívající "Visible Light", viditelné světlo všude kolem našeho každodenního života. Bílé LED diody a ostatní LED diody se stávají stále výkonnějšími, jsou vysoce spolehlivé a mohou být zabudovány do mnohých světelných zařízení. Mezi současné příklady patří čelní světla u aut založená na bílých LED a bílé LED osvětlení v architektuře. Předpovídá se, že osvětlení bude v budoucnu používat hlavně LED diody, a to díky zvýšené energetické výkonnosti, kterou tento způsob může mít. Takové zdroje mohou být také modulovány na vysokorychlostní, což by umožnilo je využít pro simultánní osvětlení a datovou komunikaci. Taková viditelná světelná komunikace (VLC) byla vyvinuta v Japonsku, teď o ni roste zájem po celém světě, i v orgánech jako jsou Konsorcium viditelné světelné komunikace (Visible Light Communication Consortium = VLCC) a Světové fórum bezdrátového výzkumu (Wireless World Research Forum = WWRF).

6.2. Zdroje

Bílé LED diody buďto používají červené, zelené a modré LED smíchané tak, aby vytvořily požadovanou barvu, nebo jedinou LED diodu (většinou modrou), která vyzařuje žlutý fosfor a vytváří tak celkově bílé záření. „Trojitý“ způsob umožňuje barvě měnit se díky změnám barvy v LED a taky umožňuje posílat různá data na každý přijímač. Nicméně udržování rovnováhy barev může být náročné a zařízení jsou složitá. Způsob jedné LED diody je jednodušší a proto atraktivnější pro obecné aplikace. Obrázek 18. znázorňuje spektrum záření „vysoko-jasové“ LED diody, ukazující vrcholek LED ve 440nm a široké fosforové spektrum ve vlnových délkách za/pod tím. Modrá LED dioda není navržena pro vysokorychlostní operace a v porovnání s ostatními zařízeními používanými pro vysokorychlostní operace je příliš velká (a má tudíž velký ekvivalent kapacitního odporu/kapacitance/elektrické kapacity). Ačkoli tato měření jsou jen pro jedno specifické zařízení, jsou typické pro všechna zařízení obsahující bílé LED diody od různých/jiných výrobců. Omezená pásmová šířka LED diod je tak jednou z hlavních výzev pro vysokorychlostní komunikace užívající tato zařízení.

6.3. Rostoucí podíl dat

Nejsnadnější metodou zlepšení modulační šířky pásma LED diody je detekovat jenom modrý komponent na přijímači použitím optického filtru. Dojde k zablokování pomalé fosforové složky. Paralelní datová komunikace zahrnuje posílání různých dat z jednotlivých LED diod k přijímači, který dokáže rozdělit informace z různých míst. Signál z LED diod je generován slabým současným blikáním všech světél, milionkrát rychlejším, než lidské oko může zachytit. Vědci prozatím ve svých laboratořích vytvořili bezdrátový systém o rychlosti 100Mbit/s. Podle nich je však možné pomocí drobných úprav dosáhnout až dvojnásobné hodnoty.



Obr. 18 modrá LED, RGB LED, Spektrální záření

Multičipová LED dioda má větší šířku pásma (10 MHz), oproti modré LED diodě, která má šířku pásma 2 MHz. Modrá LED je levnější, než-li multičipová.

6.4. Dopravní signalizace

Šíření bezpečné jízdy ve vozidle může být podporováno tím, že informace budou řidiči přicházet včas před možnou kolizí. Například při brzdění budou schopny brzdové svítidly automobilu předat informaci vozu za ním, aby se předešlo možné kolizi. Nicméně technologie uvedení a zaslání informace má různé problémy. Je třeba se zabývat také s různými problémy, které mohou nastat v provozu okolnosti skutečnosti, jako je přenosová rychlost, komunikace vzdálenost, turbulence světlo a vibrace. [4]



Obr. 19 Datová komunikace

7. Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřil na problematiku automobilových světlometů. V první části zadání jsem se zabýval jednotlivými definicemi, které popisují různé části světlometů. V této části jsem se také zaměřil na různé druhy osvětlovacích jednotek a na světelné zdroje, které se do těchto jednotek montují.

Světlomety podléhají mnoha požadavkům, které jsou probrány v druhé části. Tyto předpisy jsou dány Evropskou hospodářskou komisí (ECE) EHK.

V další části jsou probrány teoretické poznatky o měření vybraných parametrů. Věnoval jsem se zde hlavně měření fotometrických vlastností na měřicí stěně a měření změn sklonu potkávacího světlometu při naložení automobilu. Na měřicí stěně musí potkávací i dálkový světlomet v určitých místech splňovat mezinárodní předpisy.

Experimentální část je zaměřena na měření jasových poměrů na komunikaci při součinnosti veřejného osvětlení a automobilových světlometů (dle normy ČSN 13201). K měření byla použita jednooká digitální zrcadlovka, která zaznamenává reálnou scénu v digitální podobě na paměťové médium pomocí CMOS snímače. Měřil jsem jasové poměry v daném jasovém poli při rozsvícených dálkových a potkávacích světlometech a při vypnutých světlometech. Ve výsledcích bylo zjištěno, že potkávací světlomety začínají jasy v měřeném poli ovlivňovat cca 30 m od měřené oblasti. Dálkové světlomety začínají působit již ve vzdálenosti 60 m. Ke zpracování naměřených snímků slouží software LMK 2000. Jako podklad k vyhodnocení jsou použita data ve formátu CR2, ve kterém je obraz zaznamenán ve formě RAW snímku, jenž obsahuje „surová data“, což znamená, že zaznamenaná informace je uložena v původní podobě, bez dodatečných korekcí, jak je tomu u jiných formátů (JPEG, BMP, apod.). Při měření je možno využít celý rozsah a nastavit úroveň expozice např. na ± 2 , čímž se scéna zaznamená na tři samostatné snímky s úrovněmi -2.00 EV, 0.00 EV, +2.00 EV. Z naměřeného snímku je vytvořen jasový kanál, ve kterém je uložena informace o hodnotě jasu pro daný makropixel. Makropixel obsahuje 4 pixely (R, G1, B, G2), ve kterých je uložena hodnota zaznamenaná CMOS snímačem fotoaparátu. Přizpůsobení relativní spektrální citlivosti systému k $V(\lambda)$ funkci je provedena pomocí numerické matice. Informaci uloženou v jasovém kanále je dále možné zpracovávat a vyhodnocovat měřený objekt podle žádané metodiky či normy.

V poslední části se zabývám předáváním informací modulováním světelného toku světlometů. Tato problematika je otázka budoucnosti. Vše je zatím v postupném vývoji. Uvažuje se, že jednotlivé automobily budou moci mezi sebou komunikovat pomocí světlometů. Jako zdroj zde bude použito LED diod.

Po celou dobu života výrobků je vystaven mnoha kontrolám a předpisům. Než je osazen na automobil musí být homologován a jednotlivé parametry osvětlení musí být správně nastaveny. V současné době se dbá na harmonizaci stávajících a hlavně nově vzniklých předpisů tak, aby byly používány ve všech státech světa současně. To by snížilo náklady na výrobu a vývoj produktů. Jelikož doposud musí výrobci své výrobky přizpůsobovat jak evropským, tak americkým normám.

Na automobilové světlomety jsou kladeny stále větší požadavky týkající se optimálního osvětlení během dopravní situace. Musí se zabránit nežádoucímu oslnění protijedoucích řidičů a zároveň signální osvětlení musí poskytovat představu o poloze vozidla, jeho chování v každé situaci na pozemní komunikaci, která může nastat. Také design automobilů jde mílovými kroky

kupředu, což také ovlivňuje design světlometů. Pro návrh optické soustavy se používají složité počítačové programy (např. CAD) a jednotlivým navrhujícím týmům trvá delší dobu, než optický systém navrhnu tak, aby směr osvětlení byl zaměřen do správného místa. Moderní světlomety již obsahují kromě světelného zdroje a optického systému také různé elektromechanické a elektronické součástky, které stěžují výrobu. Na druhou stranu tento vývoj člověku ulehčuje viditelnost v dopravní situaci. Obecně směřuje vývoj k zavedení pohyblivých a variabilních světlometových systémů, které budou schopny měnit svou intenzitu, rozložení a směr svícení v závislosti na počasí, rychlosti vozu, místě nebo dopravní situaci a směru jízdy. Také vznik bi-xenonové výbojky v použití jako potkávacího a dálkového světlometu, který spočívá především v úspoře jednoho světelného zdroje. Důležitou novinkou pro osvětlování automobilů bude tzv. distributive lighting system (DLS). V systému bude umístěn jeden centrální zdroj a světlo bude vedeno světlovody k jednotlivým funkcím. V poslední době velký rozvož zažívá světlomet osazen LED diodami. Má spousty výhod od menší spotřeby elektrické energie k možné komunikaci mezi automobily pomocí světlometů. Všechny tyto faktory dělají ze světlometů výrobek, který je velice zajímavý pro odborníky z různých oblastí tzn. elektroniky, konstruktéry, fyziky atd.

Vývoj v oblasti osvětlení automobilů se tedy ubírá směrem ke složitějším a také dražším systémům, které ovšem spolu se zdokonalením i v jiných částech a podskupinách automobilů přispějí ke zvýšení komfortu a bezpečnosti cestování, což je vlastně jediná cesta rozvoje současného již tak intenzivního provozu.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Internet:

- [1] *Světlo met*[online]. 2006, poslední revize 3.4.2010 [cit. 2010-01-13]
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Světlo met>>
- [2] *Vývoj a konstrukce světlo metu*[online]. 28.3.2007, poslední revize 18.5.2007
[cit. 2010-04-30]
<http://www.fm.tul.cz/files/projektme/Vyvoj_a_konstrukce_svetlo metu_28.3.07.pdf>
- [3] *Revidovaný překlad právního předpisu Evropských společenství*[online]. 1976, poslední revize 7.2.2007 [cit. 2010-01-30]
<[http://isap.vlada.cz/Kopie/revize.nsf/ff9e919a6cfc19c9c1256ef600277ad0/e14c6830c37da731c12572760035b000/\\$FILE/31976L0761.pdf](http://isap.vlada.cz/Kopie/revize.nsf/ff9e919a6cfc19c9c1256ef600277ad0/e14c6830c37da731c12572760035b000/$FILE/31976L0761.pdf)>
- [4] *Visible Light Communications: challenges and possibilities* [online]. 2008, poslední revize 5.9.2008 [cit. 2010-03-27]
<<http://202.194.20.8/proc/PIMRC2008/content/papers/1569135393.pdf>>

Normy:

- [5] E/ECE/TRANS/505/Rev.1/ADD.47 Předpis 48
- [6] ČSN EN 13201